

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التربية الوطنية

الديوان الوطني للامتحانات والمسابقات



امتحان بكالوريا التعليم الثانوي دورة: **2021**

الشعبة: تقني رياضي

اختبار في مادة: التكنولوجيا (هندسة الطرائق) المدة: **04** سا و**30** د

على المترشح أن يختار أحد الموضوعين الآتيين:

الموضوع الأول

يحتوي الموضوع الأول على (04) صفحات (من الصفحة 1 من 8 إلى الصفحة 4 من 8)

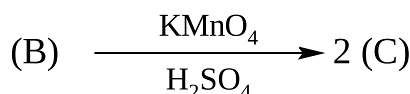
التمرين الأول: (07 نقاط)

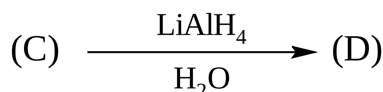
1) يحتوي أمين أروماتي أحادي الوظيفة A على نسبة 15,05% من الآزوت ونسبة 77,42% من الكربون.

– جد الصيغة المجملة للأمين الأروماتي A .

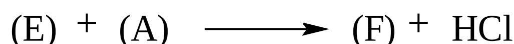
$M_C=12\ g.mol^{-1}$ ، $M_H=1\ g.mol^{-1}$ ، $M_N=14\ g.mol^{-1}$

2) يدخل الأمين الأروماتي A في تحضير المركب X وفق التفاعلات التالية:

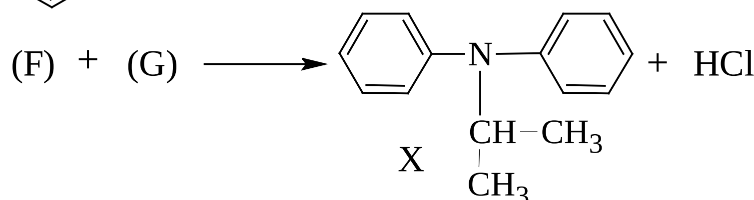






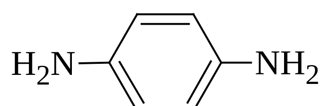




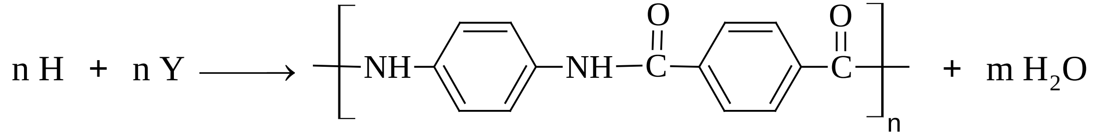


– اكتب الصيغ نصف المفصلة للمركبات A ، B ، C ، D ، E ، F ، G .

3) انطلاقا من المركب A و $LiAlH_4$ ، H_2SO_4 ، H_2O ، HNO_3 اقترح طريقة لتحضير المركب H التالي:



4) يستعمل المركب H لتحضير بوليمير الكفلار Kevlar حسب التفاعل التالي:



أ– استنتج الصيغة نصف المفصلة للمركب Y.

ب– اكتب مقطعا من البوليمير يتكون من وحدتين بنائيتين.

جـ– احسب درجة البلمرة إذا علمت أن الكتلة المولية المتوسطة للبوليمير هي $476000\ g.mol^{-1}$

يعطى: $M_C=12\ g.mol^{-1}$، $M_H=1\ g.mol^{-1}$، $M_O=16\ g.mol^{-1}$، $M_N=14\ g.mol^{-1}$

التمرين الثاني: (07 نقاط)

I– أحادي غليسيريد A له قرينة تصبن $I_S=186,66$.

1) جِد الكتلة المولية لأحادي الغليسيريد A .

2) أكسدة الحمض الدهني B الذي يدخل في تركيب أحادي الغليسيريد A ببرمنغنات البوتاسيوم المركزة بوجود حمض الكبريت المركز تعطي:



$$CH_3-(CH_2)_3-COOH \quad \text{و} \quad HOOC-(CH_2)_x-COOH$$

أ– استنتج الصيغة نصف المفصلة للحمض الدهني B.

ب– احسب قرينة الحموضة للحمض الدهني B.

3) أعطِ الصيغ نصف المفصلة الممكنة لأحادي الغليسيريد A.

4) تتكون مادة دهنية لها قرينة تصبن $I_S=203,16$ من X% أحادي الغليسيريد A و Y% من الحمض الدهني B.

أ– جِد التركيب المئوي لمكونات المادة الدهنية.

ب– احسب قرينة اليود للمادة الدهنية.

يعطى: $M_C=12\ g.mol^{-1}$، $M_H=1\ g.mol^{-1}$، $M_O=16\ g.mol^{-1}$، $M_K=39\ g.mol^{-1}$، $M_I=127\ g.mol^{-1}$

II- لديك رباعي الببتيد : A-B-C-D

- يعطي الحمض الأميني B مع النِنهيدرين اللون الأصفر.
- يتفاعل الحمض الأميني C مع CH_3-CH_2-OH فيتشكل أستر كتلته المولية $M=117\ g.mol^{-1}$.
- نسبة الأزوت في الحمض الأميني D هي 18,66%.

تعطى الأحماض الأمينية المكونة لرباعي الببتيد السابق في الجدول الآتي:

الحمض الأميني	صيغته	رمزه	كتلته المولية $g.mol^{-1}$	pKa_1	pKa_2	pKa_R
الألانين	$CH_3-CH(NH_2)-COOH$	Ala	89	2,34	9,69	/
الغليسين	$H-CH(NH_2)-COOH$	Gly	75	2,34	9,60	/
البرولين	حلقة بيروليدين (NH) $-COOH$	Pro	115	1,99	10,60	/
الهستيدين	حلقة إيميدازول (N, NH) $-CH_2-CH(NH_2)-COOH$	His	155	1,82	9,17	6,00

1) حدِّد الأحماض الأمينية A ، B ، C ، D .

2) اكتب الصيغة نصف المفصلة لرباعي الببتيد السابق.

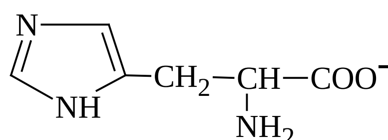
3) أعطِ الصيغة نصف المفصلة لرباعي الببتيد عند pH=1

4) تتأين الأحماض الأمينية بتغير قيمة الـpH :

أ– اكتب الصيغ الأيونية للحمض الأميني الهستيدين عند تغير pH من 1 إلى 12 .

ب– استنتج الصيغتين الأيونيتين للهستيدين عند pH=3 مع تحديد الصيغة السائدة.

جـ– حدّد مجال الـpH *الذي* يهجر فيه الحمض الأميني الهستيدين على الشكل التالي:



التمرين الثالث: (06 نقاط)

I-

1) لتحديد السعة الحرارية لمسعر، نضع فيه $m_1 = 200\,g$ من الماء فوجدنا درجة الحرارة عند قياسها $T_1 = 24°C$

ثم نضيف $m_2 = 300\,g$ من الماء درجة حرارته $T_2 = 45°C$ وبعد الاتزان نجد درجة الحرارة $T_f = 35,5°C$.

– جِد السعة الحرارية C_{cal} لهذا المسعر.

يعطى: $c_{H_2O_{(\ell)}} = 4,185\,J.g^{-1}.K^{-1}$

2) تحترق كتلة m_3 من غاز الميثان $CH_{4(g)}$ في المسعر السابق يحتوي على $m_4 = 500\ g$ من الماء فترتفع درجة حرارته بمقدار $\Delta T = 34\ K$

أ- اكتب معادلة الاحتراق التام لغاز الميثان إلى $CO_{2(g)}$ و $H_2O_{(\ell)}$.

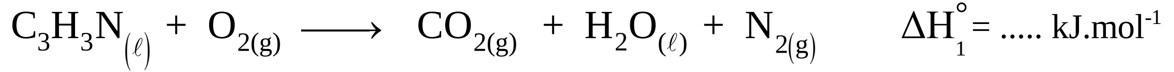
ب- احسب كمية الحرارة Q الناتجة عن احتراق غاز الميثان.

جـ- استنتج الكتلة m_3 لغاز الميثان $CH_{4(g)}$

يعطى: $\Delta H^\circ_{comb\,(CH_4)_g} = -890,7\ kJ.mol^{-1}$ ، $M_H = 1\ g.mol^{-1}$ ، $M_C = 12\ g.mol^{-1}$

II-

1) يحترق 0,5mol من الأكريلونتريل السائل عند 298K وضغط 1atm ناشرا حرارة قدرها $Q = -881\ kJ$ وفق التفاعل الآتي:



$$C_3H_3N_{(\ell)} + O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + H_2O_{(\ell)} + N_{2(g)} \qquad \Delta H^\circ_1 = ...\ kJ.mol^{-1}$$

أ- وازن معادلة تفاعل احتراق الأكريلونتريل السائل.

ب- استنتج قيمة ΔH°_1 .

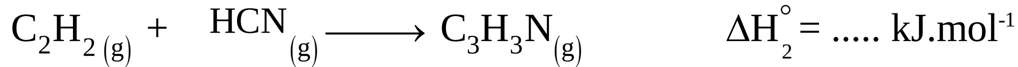
جـ- احسب انطالبي التشكل للأكريلونتريل السائل علما أنّ:

$$\Delta H^\circ_{f\,(CO_{2(g)})} = -393,5\ kJ.mol^{-1} \ ; \ \Delta H^\circ_{f\,(H_2O_{(\ell)})} = -286\ kJ.mol^{-1}$$

د- جِد التغير في الطاقة الداخلية لتفاعل الاحتراق.

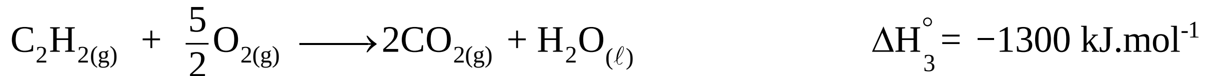
يعطى: $R = 8,314\ J.mol^{-1}.K^{-1}$

2) يتشكل الأكريلونتريل الغازي انطلاقا من الأسيتيلين وحمض السيانيد وفق التفاعل الآتي:

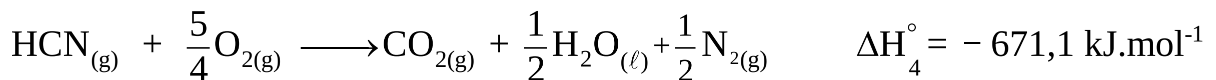


$$C_2H_{2\,(g)} + HCN_{(g)} \longrightarrow C_3H_3N_{(g)} \qquad \Delta H^\circ_2 = ...\ kJ.mol^{-1}$$

- احسب الانطالبي ΔH°_2 عند 298°K علما أنّ:



$$C_2H_{2(g)} + \frac{5}{2}O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} + H_2O_{(\ell)} \qquad \Delta H^\circ_3 = -1300\ kJ.mol^{-1}$$



$$HCN_{(g)} + \frac{5}{4}O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + \frac{1}{2}H_2O_{(\ell)} + \frac{1}{2}N_{2(g)} \qquad \Delta H^\circ_4 = -671,1\ kJ.mol^{-1}$$

$$\Delta H^o_{vap}\left(C_3H_3N_{(\ell)}\right) = 32,64\ kJ.mol^{-1}$$

انتهى الموضوع الأول

الموضوع الثاني

يحتوي الموضوع الثاني على (04) صفحات (من الصفحة 5 من 8 إلى الصفحة 8 من 8)

التمرين الأول: (07 نقاط)

1) مركبان عضويان (A) و (B) لهما نفس الصيغة المجملة C_nH_{2n} و أكسدتهما بالأوزون المتبوعة بالإماهة تنتج مركبين (C) و (D) لهما نفس الكثافة البخارية بالنسبة للهواء $d = 2$.

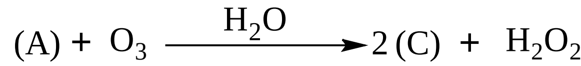
– يتفاعل المركب (C) مع الـ DNPH و يعطي نتيجة إيجابية مع محلول فهلينغ.

– يتفاعل المركب (D) مع الـ DNPH و لا يتفاعل مع محلول فهلينغ.

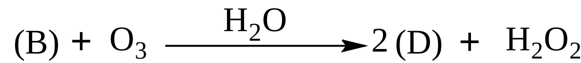
أ- جِد الصيغة المجملة ثم الصيغة نصف المفصلة لكل من المركبين (C) و (D).

يعطى: $M_C = 12\ g.mol^{-1}$، $M_H = 1\ g.mol^{-1}$، $M_O = 16\ g.mol^{-1}$

ب- من خلال التفاعلين التاليين:



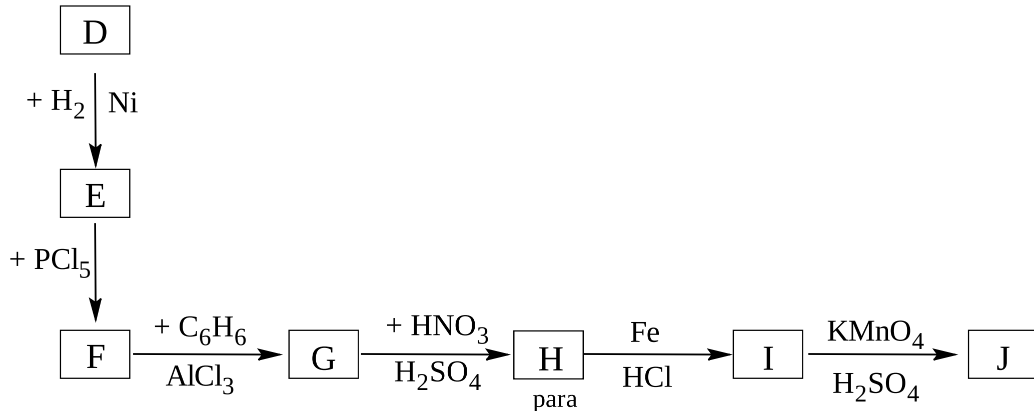
$$(A) + O_3 \xrightarrow{H_2O} 2\,(C) + H_2O_2$$



$$(B) + O_3 \xrightarrow{H_2O} 2\,(D) + H_2O_2$$

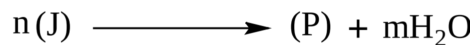
– استنتج الصيغة نصف المفصلة لكل من المركبين (A) و (B).

2) من أجل تحضير البوليمير (P) نجري انطلاقا من المركب (D) سلسلة التفاعلات التالية:



أ- أعطِ الصيغ نصف المفصلة للمركبات من (E) إلى (J).

ب- بلمرة المركب (J) تعطي البوليمير (P):

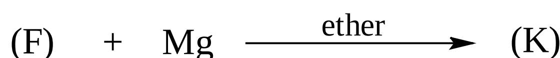


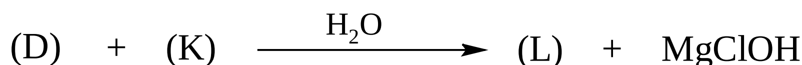
$$n\,(J) \longrightarrow (P) + mH_2O$$

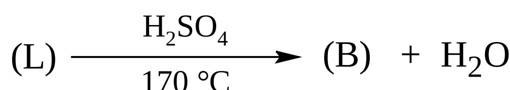
- جِد الصيغة نصف المفصلة للبوليمير (P).

جـ- مثّل مقطعاً من البوليمير (P) يتكون من ثلاث وحدات بنائية.

3) يمكن الحصول على المركب (B) انطلاقا من المركبين (D) و (F) وفق التفاعلات الآتية:







- اكتب الصيغة نصف المفصلة لكل من (K) و (L).

4) اقترح سلسلة التفاعلات التي تسمح بتحضير المركب (A) انطلاقا من:

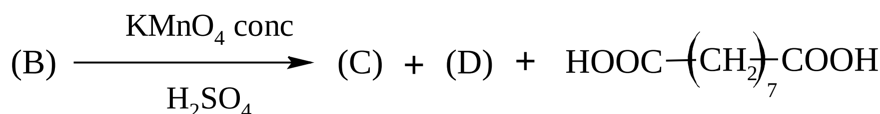
المركب (C) و Ni ، H_2 ، H_2SO_4/Δ ، H_2O ، Ether ، Mg ، PCl_5.

التمرين الثاني: (07 نقاط)

I- لديك الحمضين الدهنيين (A) و (B) التاليين:

– الحمض الدهني (A) له قرينة الحموضة $I_a=218,75$ و قرينة اليود $I_i=0$.

– أكسدة الحمض الدهني (B) بـ $KMnO_4$ المركزة في وسط حمضي أعطت ثلاثة أحماض وفق التفاعل التالي:



الحمض (C) أحادي الوظيفة الحمضية كتلته المولية $116 g.mol^{-1}$ و الحمض (D) ثنائي الوظيفة الحمضية صيغته المجملة $C_3H_4O_4$.

1) احسب الكتلة المولية للحمض الدهني (A) ثم استنتج صيغته نصف المفصلة.

2) جِد الصيغة نصف المفصلة لكل من الحمضين (C) و (D).

3) حدِّد الصيغة نصف المفصلة للحمض الدهني (B) علما أنه يحتوي على رابطة مضاعفة في ذرة الكربون رقم 9.

4) اكتب معادلة تفاعل هلجنة الحمض الدهني (B) باليود.

5) يرتبط الغليسيرول مع جزيئتين من الحمض الدهني (B) في الموضعين α و β وجزيئة من الحمض الدهني A لينتج المركب X.

أ- ما طبيعة المركب X؟

ب- اكتب معادلة تفاعل تشكل المركب X .

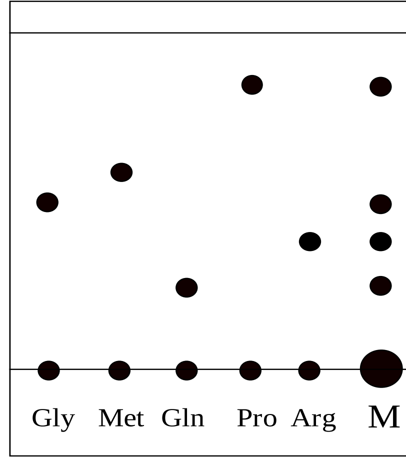
ج - احسب قرينة التصبن و قرينة اليود للمركب X.

يعطى: $M_I=127 g.mol^{-1}$، $M_K=39 g.mol^{-1}$، $M_O=16 g.mol^{-1}$، $M_H=1 g.mol^{-1}$، $M_C=12 g.mol^{-1}$

II-

الريجين (Rigin) هو رباعي ببتيد يقوي المناعة و يساهم في زيادة تكوين المركبات الأكسيجينية اللازمة في الجسم.

ينتج عن التحلل المائي للريجين مزيج M من الأحماض الأمينية، وللتعرف عليه نقوم بالتحليل الكروماتوغرافي للمزيج و النتائج موضحة في الكروماتوغرام التالي:



1) استنتج الأحماض الأمينية الموجودة في المزيج M.

2) **أ-** اكتب الصيغة نصف المفصلة لرباعي الببتيد (الريجين): Gly - Gln - Pro - Arg .

ب- أعط اسم رباعي الببتيد السابق.

3) أَحَد الأحماض الأمينية المكونة للريجين عبارة عن حمض أميني قاعدي ذو $pH_i = 10,76$.

- احسب قيمة pKa_R الموافقة له.

يعطى: $pKa_1 = 2,17$ ، $pKa_2 = 9,04$

4) مَثِّل المماكبات الضوئية للحمض الأميني الميثيونين Met

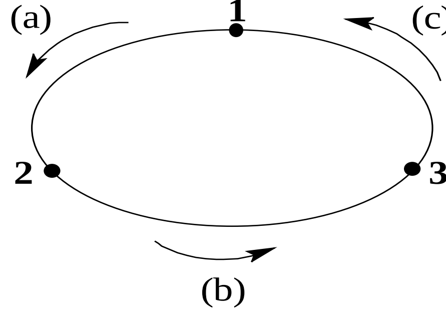
5) اكتب الصيغ الأيونية للحمض الأميني Pro عند تغير قيم الـ pH من 1 الى 12.

يعطى: $pKa_1 = 1,99$ ، $pKa_2 = 10,60$

الرمز	Arg	Pro	Gln	Gly	Met
الحمض الأميني	$H_2N-CH(COOH)-(CH_2)_3-NH-C(=NH)-NH_2$	حلقة بيرولidine: $N-H$ مع $-COOH$	$H_2N-CH(COOH)-(CH_2)_2-C(=O)-NH_2$	H_2N-CH_2-COOH	$H_2N-CH(COOH)-CH(CH_3)-OH$

التمرين الثالث: (06 نقاط)

يخضع 1 mole من غاز مثالي يتميز بـ$(P_1 = 1{,}97 atm$ ، $V_1 = 14\ L)$ للتحولات العكسية وفق الدورة الآتية:



– التحوّل (a): تمدد عند ضغط ثابت **$P = C^{ste}$** من الحالة 1 إلى الحالة 2 التي يضاعف فيها حجمه.

– التحوّل (b): انضغاط عند درجة حرارة ثابتة **$T = C^{ste}$** من الحالة 2 إلى الحالة 3 يعيده إلى حجمه الأول V_1 .

– التحوّل (c : تبريد عند حجم ثابت **$V = C^{ste}$** من الحالة 3 يرجعه إلى الحالة 1 .

1) جِد قيم كل من: T_1 ، T_2 ، T_3 ، V_2 ، V_3 ، P_2 و P_3 .

2) مثِّل مختلف تحولات الغاز على البيان $P=f(V)$.

3) أ– أعطِ العلاقة الحرفية للعمل: $W_{1\to2}$ و $W_{2\to3}$ بدلالة P_1 و V_1 .

ب– احسب قيمة كل من $W_{1\to2}$ ، $W_{2\to3}$ ، $W_{3\to1}$ ، $Q_{1\to2}$ ، $Q_{2\to3}$ ، $Q_{3\to1}$.

يعطى : $\ln2=0{,}69$ ، $1\ L.atm = 101{,}3\ J$ ، $R = 0{,}082\ L.atm.K^{-1}.mol^{-1}$ ، $\gamma = \frac{C_P}{C_V} = 1{,}4$

انتهى الموضوع الثاني

عناصر الإجابة (الموضوع الأول)	العلامة مجزأة	العلامة مجموعة
التمرين الأول: (07 نقاط) **1)** إيجاد الصيغة المجملة للأمين الأروماتي A . بما أن المركب A أمين احادي الوظيفة تكون صيغته المجملة من الشكل: C_xH_yN $\frac{M}{100}=\frac{14}{15,05}\Rightarrow M=\frac{14\times100}{15,05}$ $\boxed{M=93g.mol^{-1}}$ $\frac{M}{100}=\frac{12x}{77,42}\Rightarrow x=\frac{93\times77,42}{1200}$ $\boxed{x=6}$ $12x+y+14=93$ $y=93-14-(12\times6)$ $\boxed{y=7}$ – الصيغة المجملة للمركب A هي : C_6H_7N	0,50 0,25 0,25 0.50	**01,50**
2) كتابة الصيغ نصف المفصلة للمركبات A, B, C, D, E, F, G : A $C_6H_5-NH_2$ B $(CH_3)_2C=C(CH_3)_2$ C $CH_3-CO-CH_3$ D $CH_3-CH(OH)-CH_3$ E $CH_3-CHCl-CH_3$ F $C_6H_5-NH-CH(CH_3)-CH_3$ G C_6H_5-Cl	0,50 × 7	**03,50**
3) اقتراح طريقة لتحضير المركب H انطلاقا من المركب A: $C_6H_5-NH_2 + HNO_3 \xrightarrow{H_2SO_4} O_2N-C_6H_4-NH_2 + H_2O$ $O_2N-C_6H_4-NH_2 \xrightarrow{\text{إرجاع}} H_2N-C_6H_4-NH_2$ يقبل أي عامل مرجع مناسب	0,25 0,25	**00,50**

عناصر الإجابة (الموضوع الأول)	العلامة	
	مجزأة	مجموعة
4) أ- استنتاج الصيغة نصف المفصلة للمركب Y: $HOOC-C_6H_4-COOH$	0,50	**01,50**
ب- كتابة مقطع من البوليمير يتكون من وحدتين بنائيتين: $\cdots-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-C_6H_4-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-NH-C_6H_4-NH-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-C_6H_4-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-NH-C_6H_4-NH-\cdots$	0,50	
ج- حساب درجة البلمرة: $n=\frac{M_P}{M_m}$ $M_m=14M_C+10M_H+2M_O+2M_N$	0,25	
$M_m=238g.mol^{-1}$ $n=\frac{476000}{238}\Rightarrow \boxed{n=2000}$	0,25	
التمرين الثاني: (07 نقاط) I- **1)** إيجاد الكتلة المولية لأحادي الغليسيريد A: $1mol\,(MG)\longrightarrow 1mol\,(KOH)$ $M_A \rightarrow M_{KOH}$ $M_A \rightarrow 56$ $1g \rightarrow I_S\times10^{-3}$		**00,25**
$M_A=\frac{56}{I_S\times10^{-3}}\Rightarrow \boxed{M_A=300\ g.mol^{-1}}$	0,25	
2) أ- استنتاج الصيغة نصف المفصلة للحمض الدهني B: $M_A+M_{H_2O}=M_{Glycérol}+M_B$ $M_B=M_A+M_{H_2O}-M_{Glycérol}$		**01,00**
$M_B=300+18-92=\boxed{226\ g.mol^{-1}}$ بما أن أكسدة الحمض الدهني B تعطي حمضين $CH_3-(CH_2)_3-COOH \quad , \quad HOOC-(CH_2)_x-COOH$ فهو يحتوي رابطة مزدوجة واحدة وتكون صيغته نصف المفصلة على الشكل: $CH_3-(CH_2)_3-CH=CH-(CH_2)_x-COOH$	0,25	

عناصر الإجابة (الموضوع الأول)	العلامة مجزأة	العلامة مجموع
$M = 15 + 42 + 26 + 14x + 45 = 226$ $14x = 226 - 128$ $x = \frac{98}{14} = \boxed{7}$	0,25	
الصيغة نصف المفصلة للحمض الدهني B هي: $CH_3-(CH_2)_3-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$	0,25	
ب- حساب قرينة الحموضة للحمض الدهني B $1mol\,(AG) \longrightarrow 1mol\,(KOH)$ $M_{AG} \longrightarrow M_{KOH}$ $M_{AG} \longrightarrow 56$ $1g \rightarrow I_a \times 10^{-3}$ $I_a = \frac{56}{226\times10^{-3}} \Rightarrow \boxed{I_a = 247,79}$	0,25	01,00
3) الصيغ نصف المفصلة الممكنة لأحادي الغليسيريد A: $CH_2-O-C(=O)-(CH_2)_7-CH=CH-(CH_2)_3-CH_3$ / $CH-OH$ / CH_2-OH CH_2-OH / $CH-O-C(=O)-(CH_2)_7-CH=CH-(CH_2)_3-CH_3$ / CH_2-OH	0.50 × 2	
4) أ- ايجاد التركيب المئوي لمكونات المادة الدهنية: $\begin{cases} I_S = \frac{x}{100}\times I_{S(MG)} + \frac{y}{100}\times I_{a(AG)} \\ x+y=100 \end{cases}$ $\begin{cases} 203,16 = \frac{x}{100}\times 186,66 + \frac{y}{100}\times 247,79 \\ x = 100-y \end{cases}$ $203,16 = \frac{100-y}{100}\times 186,66 + \frac{y}{100}\times 247,79$ $203,16 = 1,8666(100-y) + 2,4779y$ $\boxed{y = 27\%}$ $x = 100-y \Rightarrow \boxed{x = 73\%}$	0,25 × 2	01,25

عناصر الإجابة (الموضوع الأول)	العلامة مجزأة	العلامة مجموع
ب- حساب قرينة اليود للمادة الدهنية I_i : حسابة قرينة اليود للحمض الدهني $I_{i(AG)}$: $1mol\,(AG)\longrightarrow 1mol\,(I_2)$ $M_{AG}\longrightarrow 1\times M_{I_2}$ $\left.\begin{matrix}226g\longrightarrow 254g\\100g\longrightarrow I_{i(AG)}\end{matrix}\right\}\Rightarrow \boxed{I_{i(AG)}=112,39}$	0,25	
حساب قرينة اليود لأحادي الغليسريد $I_{i(MG)}$: $1mol\,(AG)\longrightarrow 1mol\,(I_2)$ $M_{MG}\longrightarrow M_{I_2}$ $\left.\begin{matrix}300g\longrightarrow 254g\\100g\longrightarrow I_{i(MG)}\end{matrix}\right\}\Rightarrow \boxed{I_{i(MG)}=84,66}$	0,25	
و منه قرينة اليود للمادة الدهنية: $I_i=\frac{73}{100}\times I_{i(MG)}+\frac{27}{100}\times I_{i(AG)}$ $I_i=\frac{73}{100}\times 84,66+\frac{27}{100}\times 112,39$ $\boxed{I_i=92,15}$	0,25	
II-1) تحديد الأحماض الأمينية: - يعطي الحمض الأميني B مع النينهيدرين اللون الأصفر فهو البرولين Pro.	0,25	**01,00**
- يتفاعل الحمض الأميني C مع CH_3-CH_2-OH فيتشكل أستر كتلته المولية $M=117g/mol$ فإن: $M_{Ester}+M_{H_2O}=M_C+M_{Alcool}$ $M_C=M_{Ester}+M_{H_2O}-M_{Alcool}$ $M_C=117+18-46=89$ g/mol وهي الكتلة المولية للألانين، ومنه الحمض الأميني C هو الألانين Ala.	0,25	
- الحمض الأميني D نسبة الأزوت فيه 18,66%: $\frac{M_D}{100}=\frac{14}{18,66}\Rightarrow M_D=75g/mol$ وهي الكتلة المولية للغليسين، اذن الحمض الأميني D هو الغليسين Gly.	0,25	
- يبقى الحمض الأميني الأخير A هو الهيستيدين His.	0,25	

عناصر الإجابة (الموضوع الأول)	العلامة مجزأة	العلامة مجموع
2) كتابة الصيغة نصف المفصلة للببتيد السابق: $H_2N-CH-\overset{O}{\overset{\parallel}{C}}-N-\overset{O}{\overset{\parallel}{C}}-NH-CH-\overset{O}{\overset{\parallel}{C}}-NH-CH_2-COOH$ (على CH الأول: CH_2 مرتبط بحلقة NH ، N ؛ N ضمن حلقة خماسية ؛ على CH الثاني: CH_3)	0,25	**00,25**
3) الصيغة نصف المفصلة للببتيد السابق عند $pH=1$: $H_3\overset{+}{N}-CH-\overset{O}{\overset{\parallel}{C}}-N-\overset{O}{\overset{\parallel}{C}}-NH-CH-\overset{O}{\overset{\parallel}{C}}-NH-CH_2-COOH$ (على CH الأول: CH_2 مرتبط بحلقة NH ، $H\overset{+}{N}$ ؛ N ضمن حلقة خماسية ؛ على CH الثاني: CH_3)	0,25	**00,25**
4) أ- الصيغ الأيونية للحمض الأميني الهستدين عند تغير pH من 1 إلى 12 : محور pH: $pKa_1=1,82$ ؛ $pKa_R=6,00$ ؛ $pHi=7,58$ ؛ $pKa_2=9,17$ $H_3\overset{+}{N}-CH(CH_2\text{-حلقة } NH,\ H\overset{+}{N})-COOH \underset{H^+}{\overset{OH^-}{\rightleftharpoons}} H_3\overset{+}{N}-CH(CH_2\text{-حلقة } NH,\ H\overset{+}{N})-COO^- \underset{H^+}{\overset{OH^-}{\rightleftharpoons}} H_3\overset{+}{N}-CH(CH_2\text{-حلقة } NH,\ N)-COO^- \underset{H^+}{\overset{OH^-}{\rightleftharpoons}} H_2N-CH(CH_2\text{-حلقة } NH,\ N)-COO^-$	0.25 × 4	**02,00**
ب- الصيغ الأيونية للهستدين عند $pH=3$ $$pH=3 \Rightarrow pK_{a_1} \prec pH \prec pH_e = \frac{1,82+6,00}{2}=3,91$$ $H_3\overset{+}{N}-CH(CH_2\text{-حلقة } NH,\ H\overset{+}{N})-COOH$; $H_3\overset{+}{N}-CH(CH_2\text{-حلقة } NH,\ H\overset{+}{N})-COO^-$	0.25 × 2	
الصيغة السائدة: $H_3\overset{+}{N}-CH(CH_2\text{-حلقة } NH,\ H\overset{+}{N})-COO^-$	0.25	
ج- مجال الـ pH الذي يهجر فيه الهستدين على الشكل A^- : $pH \succ pH_i \Rightarrow pH \succ 7,58$	0.25	

<table>
<tr><th colspan="2">العلامة</th><th rowspan="2">عناصر الإجابة (الموضوع الأول)</th></tr>
<tr><th>مجموع</th><th>مجزأة</th></tr>
<tr><td>00,75</td><td>0,25
0,50</td><td>

التمرين الثالث: (06 نقاط)

I

1) إيجاد السعة الحرارية C_{cal} للمسعر:

$m_1=200g$, $T_1=24^\circ C$, $m_2=300g$, $T_2=45^\circ C$, $T_f=35{,}5^\circ C$

$m_1c_e(T_f-T_1)+C_{cal}(T_f-T_1)+m_2c_e(T_f-T_2)=0$

$200\times4{,}185(35{,}5-24)+C_{cal}(35{,}5-24)+300\times4{,}185(35{,}5-45)=0$

$200\times4{,}185(11{,}5)+C_{cal}(11{,}5)+300\times4{,}185(9{,}5)=0$

$C_{cal}=\frac{2301{,}75}{11{,}5}=200{,}15\ J.K^{-1}$

</td></tr>
<tr><td>02,00</td><td>0,50
0,25
0,50
0,25
0,50</td><td>

2) أ- كتابة معادلة احتراق غاز الميثان :

$CH_{4(g)}+2O_{2(g)}\longrightarrow CO_{2(g)}+2H_2O_{(\ell)}$

ب- حساب كمية الحرارة Q الناتجة عن احتراق غاز الميثان:

$\sum Q=Q_e+Q_{cal}+Q_{comb}=0$

$Q_{cal}=C_{cal}\Delta T$ $Q_e=m_ec_e\Delta T$

$Q_{comb}=-Q_e-Q_{cal}$

$Q_{comb}=-C_{cal}\Delta T-m_1c_e\Delta T$

$Q_{comb}=-(200\times34)-(500\times4{,}185\times34)=-77945\ J$

$\boxed{Q_{comb}=-77{,}945\ kJ}$

جـ- استنتاج الكتلة m_3 لغاز الميثان $CH_{4(g)}$:

$Q_{comb}=n\times\Delta H_{(comb)}$

$Q_{comb}=\frac{m_3}{M_{CH_4}}\times\Delta H_{(comb)}$

$m_3=\frac{Q_{comb}\times M_3}{\Delta H_{(comb)}}=\frac{-77{,}945\times16}{-890{,}7}$ $\boxed{m_3=1{,}4\ g}$

</td></tr>
<tr><td>02,50</td><td>0,50
0,25
0,25</td><td>

II 1) أ- موازنة معادلة تفاعل احتراق الأكريلونتريل السائل:

$C_3H_3N_{(\ell)}+\frac{15}{4}O_{2(g)}\longrightarrow 3CO_{2(g)}+\frac{3}{2}H_2O_{(\ell)}+\frac{1}{2}N_{2(g)}$

ب- استنتاج ΔH_1° :

$\Delta H_1^O=\frac{Q}{n}$; $\Delta H_1^O=\frac{-881}{0{,}50}\Rightarrow$

$\boxed{\Delta H_1^O=-1762kJ.mol^{-1}}$

</td></tr>
</table>

عناصر الإجابة (الموضوع الأول)	العلامة مجزأة	العلامة مجموع
ج- حساب انطالبي التشكل للأكريلونتريل السائل:		
$\Delta H_1^o = 3\Delta H^o_{f(CO_{2(g)})} + \frac{3}{2}\Delta H^o_{f(H_2O_{(\ell)})} + \frac{1}{2}\Delta H^o_{f(N_{2(g)})} - \Delta H^o_{f(C_3H_3N_{(\ell)})} - \frac{15}{4}\Delta H^o_{f(O_{2(g)})}$	0,25	
$\Delta H^o_{f(C_3H_3N_{(\ell)})} = 3\Delta H^o_{f(CO_{2(g)})} + \frac{3}{2}\Delta H^o_{f(H_2O_{(\ell)})} - \Delta H_1^o$		
$\Delta H^o_{f(C_3H_3N_{(\ell)})} = 3\times(-393,5) + \frac{3}{2}(-286) - (-1762)$	0,25	
$\boxed{\Delta H^o_{f(C_3H_3N_{(\ell)})} = 152,5\ kJ.mol^{-1}}$	0,25	
د- ايجاد التغير في الطاقة الداخلية لتفاعل الاحتراق:		
$\Delta H = \Delta U + \Delta n_g \times RT \Rightarrow \Delta U = \Delta H - \Delta n_g \times RT$	0,25	
$\Delta n_g = 3 + \frac{1}{2} - \frac{15}{4} = -\frac{1}{4}$	0,25	
$\Delta U = -1762 - (-\frac{1}{4} \times 8,314 \times 10^{-3} \times 298)$		
$\boxed{\Delta U = -1761,38\ kJ.mol^{-1}}$	0,25	
2) حساب الانطالبي ΔH_2^o عند 298K :		
$-1\times\left(C_3H_3N_{(l)} + \frac{15}{4}O_{2(g)} \longrightarrow 3CO_{2(g)} + \frac{3}{2}H_2O_{(l)} + \frac{1}{2}N_{2(g)} \quad \Delta H_1^o = -1762\ kJ.mol^{-1}\right)$ $1\times\left(C_2H_{2(g)} + \frac{5}{2}O_{2(g)} \longrightarrow 2CO_{2(g)} + H_2O_{(l)} \quad \Delta H_3^o = -1300\ kJ.mol^{-1}\right)$ $1\times\left(HCN_{(g)} + \frac{5}{4}O_{2(g)} \longrightarrow CO_{2(g)} + \frac{1}{2}H_2O_{(l)} + \frac{1}{2}N_{2(g)} \quad \Delta H_4^o = -671,1\ kJ.mol^{-1}\right)$ $1\times\left(C_3H_3N_{(l)} \longrightarrow C_3H_3N_{(g)} \quad \Delta H^o_{vap} = 32,64\ kJ.mol^{-1}\right)$ $C_2H_{2(g)} + HCN_{(g)} \longrightarrow C_3H_3N_{(g)} \quad \Delta H_2^o = ?$	0,25	00,75
$\Delta H_2^o = -\Delta H_1^o + \Delta H_3^o + \Delta H_4^o + \Delta H^o_{vap}$	0,25	
$\Delta H_2^o = -(-1762) - 1300 - 671,1 + 32,64$		
$\boxed{\Delta H_2^o = -176.46\ kJ.mol^{-1}}$	0,25	

عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)	العلامة	
	مجزأة	مجموع
التمرين الأول: (07 نقاط) 1) أ- إيجاد الصيغة المجملة و الصيغة نصف المفصلة لكل من المركبين (C) و (D). $d = \frac{M}{29} \Rightarrow M = d \times 29$ $M = 2 \times 29 = 58\ g.mol^{-1}$	0,25	
(C) و (D) يتفاعلان مع DNPH إذن هما مركبان كربونيليان صيغتهما من الشكل $C_nH_{2n}O$ $M_{(C)} = M_{(D)} = 12n + 2n + 32 = 58$ $58 = 14n + 32 \Rightarrow \boxed{n = 3}$	0,25	
الصيغة المجملة للمركبين (C) و(D) هي: C_3H_6O	0,50	03,00
المركب (C) هو ألدهيد صيغته نصف المفصلة : $CH_3-CH_2-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|\|}}{C}-H$	0,50	
المركب (D) هو سيتون صيغته نصف المفصلة : $CH_3-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|\|}}{C}-CH_3$	0,50	
ب- الصيغة نصف المفصلة لكل من المركبين (A) و(B): (A) $CH_3-CH_2-CH=CH-CH_2-CH_3$ (B) $CH_3-C(CH_3)=C(CH_3)-CH_3$	2 x 0,50	
2) أ- إيجاد الصيغ نصف المفصلة للمركبات من (E)إلى (J) : **(E)** $CH_3-CH(OH)-CH_3$ **(F)** $CH_3-CH(Cl)-CH_3$ **(G)** $CH_3-CH(C_6H_5)-CH_3$ (حلقة بنزين مرتبطة بـ CH) **(H)** $CH_3-CH-CH_3$ مرتبطة بحلقة بنزين تحمل NO_2 في الموضع para **(I)** $CH_3-CH-CH_3$ مرتبطة بحلقة بنزين تحمل NH_2 في الموضع para **(J)** $COOH$ مرتبطة بحلقة بنزين تحمل NH_2 في الموضع para	6 x 0,25	02,50

عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)	العلامة مجزأة	العلامة مجموع
ب- الصيغة نصف المفصلة للبوليمير (P): $\left[-NH-C_6H_4-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}- \right]_n$ (P)	0,50	
ج- مقطع من البوليمير (P) يتكون من ثلاث وحدات بنائية: $\cdots -NH-C_6H_4-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-NH-C_6H_4-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-NH-C_6H_4-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}- \cdots$	0,50	
3) كتابة الصيغة نصف المفصلة لكل من (K) و (L). (K) $CH_3-CH(MgCl)-CH_3$; (L) $CH_3-C(CH_3)(OH)-CH(CH_3)-CH_3$	2 x 0,50	**01,00**
4) سلسلة التفاعلات التي تسمح بتحضير المركب (A): $CH_3-CH_2-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-H + H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3-CH_2-CH_2-OH$ $CH_3-CH_2-CH_2-OH + PCl_5 \longrightarrow CH_3-CH_2-CH_2-Cl$ $CH_3-CH_2-CH_2-Cl + Mg \xrightarrow{Ether} CH_3-CH_2-CH_2-MgCl$ $CH_3-CH_2-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-H + CH_3-CH_2-CH_2-MgCl \xrightarrow{H_2O} CH_3-CH_2-\underset{}{\overset{OH}{\overset{\vert}{C}H}}-CH_2-CH_2-CH_3 + MgClOH$ $CH_3-CH_2-\overset{OH}{\overset{\vert}{C}H}-CH_2-CH_2-CH_3 \xrightarrow[\Delta]{H_2SO_4} CH_3-CH_2-CH=CH-CH_2-CH_3 + H_2O$ (A)	0,50	**00,50**
التمرين الثاني: (07 نقاط)		
I- 1) حساب الكتلة المولية للحمض الدهني (A) $\left.\begin{array}{l} M_{(A)} \longrightarrow 10^3\ M_{KOH} \\ 1\ g \longrightarrow I_a \end{array}\right\} \Rightarrow M_{(A)} = \dfrac{10^3\ M_{KOH}}{I_a} = \dfrac{56\times1000}{218,75} = 256$ $\boxed{M_{(A)} = 256\ g.mol^{-1}}$	0,25	**00,75**

عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)	العلامة مجزأة	العلامة مجموع
الصيغة نصف المفصلة لـ (A)		
$C_nH_{2n}O_2$		
$M_{(A)} = 12\,n + 12\,n + 32 \quad \Rightarrow \quad n = \frac{256-32}{14}$ $\boxed{n = 16}$	0,25	
ومنه الصيغة نصف المفصلة للحمض الدهني (A):		
$CH_3-(CH_2)_{14}-COOH$	0,25	
كما يمكن الإجابة بالطريقة التالية:		
$CH_3-(CH_2)_x-COOH$		
$M_{(A)} = 15 + 14\,x + 45$		
$256 = 14\,x + 60 \quad \Rightarrow \boxed{x = 14} \qquad CH_3-(CH_2)_{14}-COOH$		
2) إيجاد الصيغة نصف المفصلة لكل من الحمضين (C) و (D) .		
الحمض (C) أحادي الوظيفة الحمضية :		
$CH_3-(CH_2)_n-COOH$		
$M_{(C)} = 116 = 15 + 14n + 45$		
$116 = 14n + 60 \quad \boxed{n = 4}$		
ومنه تصبح صيغته نصف المفصلة:		
$CH_3-(CH_2)_4-COOH$	0,25	
الصيغة نصف المفصلة للحمض (D):		00,50
$HOOC-CH_2-COOH$	0,25	
3) الصيغة نصف المفصلة للحمض الدهني (B):		
$CH_3-(CH_2)_4-CH=CH-CH_2-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$	0,25	00,25
4) معادلة تفاعل هلجنة الحمض الدهني (B) باليود:		
$CH_3-(CH_2)_4-CH=CH-CH_2-CH=CH-(CH_2)_7-COOH + 2\,I_2 \longrightarrow$	0,25	00,25
$CH_3-(CH_2)_4-CHI-CHI-CH_2-CHI-CHI-(CH_2)_7-COOH$		

عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)	العلامة مجزأة	العلامة مجموع
5) أ- طبيعة المركب X عبارة عن ثلاثي غليسيريد (تقبل الإجابة **ليبيد**)	0,25	01,50
ب- كتابة معادلة تفاعل تشكل المركب X: $CH_2-OH / CH-OH / CH_2-OH + 2CH_3-(CH_2)_4-CH=CH-CH_2-CH=CH-(CH_2)_7-COOH + CH_3-(CH_2)_{14}-COOH \longrightarrow$ $CH_2-O-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-(CH_2)_7-CH=CH-CH_2-CH=CH-(CH_2)_4-CH_3$ / $CH-O-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-(CH_2)_7-CH=CH-CH_2-CH=CH-(CH_2)_4-CH_3$ / $CH_2-O-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-(CH_2)_{14}-CH_3$ $+ 3H_2O$	0,50	
ج- حساب قرينة التصبن و قرينة اليود للمركب X: $A + 2B + \text{glycérol} \longrightarrow TG + 3H_2O$ $M_{TG} = M_{(A)} + 2M_{(B)} + M_{(\text{glycérol})} - 3M_{(H_2O)}$ $M_{TG} = 256 + 2(280) + 92 - 3(18) = \boxed{854\ g.mol^{-1}}$	0,25	
$\left.\begin{array}{l} M_{TG} \longrightarrow 10^3 M_{KOH} \\ 1\ g \longrightarrow I_s \end{array}\right\} \Rightarrow I_s = \frac{10^3 \times 3M_{KOH}}{M_{TG}} = \frac{3\times 56000}{854}$ $\boxed{I_s = 196,72}$	0,25	
$\left.\begin{array}{l} M_{TG} \longrightarrow 4M_{I_2} \\ 100\ g \longrightarrow I_i \end{array}\right\} \Rightarrow I_i = \frac{100\times 4M_{I_2}}{M_{(X)}} = \frac{100\times 4\times 254}{854}$ $\boxed{I_i = 118,96}$	0,25	
II- **1)** استنتاج الأحماض الأمينية الموجودة في المزيج M: Pro , Arg , Gln , Gly	4 x 0,25	01,00
2) أ- كتابة الصيغة نصف المفصلة للببتيد: Gly - Gln - Pro - Arg $H_2N-CH(H)-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-NH-CH((CH_2)_2-C(=O)-NH_2)-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-N(\text{cycle pyrrolidine})-\overset{O}{\overset{\Vert}{C}}-NH-CH((CH_2)_3-NH-C(=NH)-NH_2)-COOH$	0,50	00,75
ب- إسم هذا الببتيد: غليسيل غلوتامينيل بروليل أرغنين.	0,25	

عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)	العلامة مجزأة	العلامة مجموع
3) قيمة pKa_R للحمض الأميني القاعدي Arg: $pH_i = \frac{pKa_2 + pKa_R}{2} \Rightarrow pKa_R = 2pH_i - pKa_2$ $pKa_R = 2(10,76) - 9,04$ $\boxed{pKa_R = 12,48}$	0,25	**00,25**
4) المماكبات الضوئية : $COOH$ / $H_2N - C - H$ / $HO - C - H$ / CH_3 $COOH$ / $H - C - NH_2$ / $H - C - OH$ / CH_3 $COOH$ / $H_2N - C - H$ / $H - C - OH$ / CH_3 $COOH$ / $H - C - NH_2$ / $HO - C - H$ / CH_3 **ملاحظة: تقبل الإجابة في حالة كتابة صيغتي الحمض الكبريتي الميثيونين**	4 x 0,25	**01,00**
5) الصيغ الأيونية للحمض الأميني (B) عند تغير قيم الـ pH من 1 إلى 12. pKa_1 — pH_i — pKa_2 $\overset{+}{N}H_2$ … COOH $\underset{+H^+}{\overset{+OH^-}{\rightleftharpoons}}$ $\overset{+}{N}H_2$ … COO^- $\underset{+H^+}{\overset{+OH^-}{\rightleftharpoons}}$ NH … COO^-	3 x 0,25	**00,75**
التمرين الثالث: (06 نقاط) **1)** إيجاد قيم كل من T_1 , T_2 , T_3: $(n=1\ ,\ P_1 = 1{,}97atm\ ,\ V_1 = 14\ L)$ $P_1V_1 = nRT_1 \Rightarrow T_1 = \frac{P_1V_1}{nR} = \frac{1{,}97 \times 14}{1 \times 0{,}082}$ $\boxed{T_1 = 336{,}34\ K}$	0,25	**01,75**
$(P_2 = P_1 = 1{,}97atm\ ,\ V_2 = 2V_1 = 28\ L)$ $P_2V_2 = nRT_2 \Rightarrow T_2 = \frac{P_2V_2}{nR} = \frac{2P_1V_1}{nR} = \frac{1{,}97 \times 28}{1 \times 0{,}082}$ $\boxed{T_2 = 672{,}68\ K}$	0,25	
$T_3 = T_2$ $\boxed{T_3 = 672{,}68\ K}$	0,25	

عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)	العلامة	
	مجزأة	مجموع
إيجاد قيم كل من V_2 و V_3 :		
$V_2 = 2V_1$ $\boxed{V_2 = 28\ L}$	0,25	
$V_3 = V_1$ $\boxed{V_3 = 14\ L}$	0,25	
إيجاد قيم كل من P_2 و P_3 :		
$P_2 = P_1$ $P_2 = 1,97\ atm$	0,25	
$(n=1\ ,\ T_3 = 672,68K\ ,\ V_3 = 14\ L)$		
$P_3V_3 = nRT_3 \Rightarrow P_3 = \frac{nRT_3}{V_3} = \frac{1\times 0,082\times 672,68}{14}$ $\boxed{P_3 = 3,94\ atm}$	0,25	
2) تمثيل مختلف تحولات الغاز على البيان $P=f(V)$		
P(atm) ; P_3 ; $P_1=P_2$; ③ ; ① ; ② ; V_1 ; $V_2=2V_1$; V(L)	3 x 0,25	**00,75**
تقبل الإجابة حالة تمثيل كل تحول على حدى		
3) أ- العلاقة الحرفية لـ: $W_{1\to2}$ و $W_{2\to3}$ بدلالة P_1 و V_1		
التحوّل (a) : تمدد عند ضغط ثابت **P= C^ste^**		
$V_2 = 2V_1$		
$W_{1\to2} = -P_1\Delta V = -P_1(V_2 - V_1)$	0,50	
$W_{1\to2} = -P_1(2V_1 - V_1) = -PV_1$ $\boxed{W_{1\to2} = -P_1V_1}$	0,25	
التحوّل (b) : الضغط عند درجة حرارة ثابتة **T= C^ste^**		**03,50**
$W_{2\to3} = -nRT_2 \ln\frac{V_3}{V_2} = nRT_2 \ln\frac{V_2}{V_3}$	0,50	
$T_2 = 2T_1\ ,\ V_2 = 2V_1\ ,\ V_3 = V_1$		
$W_{2\to3} = nR(2T_1)\ln\frac{2V_1}{V_1} \Rightarrow W_{2\to3} = 2nRT_1\ln 2$ $\boxed{W_{2\to3} = 2P_1V_1\ln 2}$	0,25	

<table>
<tr><th colspan="2">العلامة</th><th rowspan="2">عناصر الإجابة (الموضوع الثاني)</th></tr>
<tr><th>مجموع</th><th>مجزأة</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td>ب- حساب قيمة كل من $W_{1\to2}$, $W_{2\to3}$, $W_{3\to1}$:
تقبل الإجابة في حالة الاكتفاء بحساب العمل وكمية الحرارة بـ (L. atm)دون تحويل إلى(J)</td></tr>
<tr><td></td><td>0,25</td><td>$W_{1\to2} = -PV_1 = (-1,97\times14)\times101,3$ $\boxed{W_{1\to2} = -2793,8\ J}$</td></tr>
<tr><td></td><td>0,25</td><td>$W_{2\to3} = 2P_1V_1\ln2 = (2\times1,97\times14\ln2)101,3$ $\boxed{W_{2\to3} = 3855,5\ J}$
$V_3 = V_1$</td></tr>
<tr><td></td><td>0,25</td><td>$W_{3\to1} = -\int P_3 dV \quad V = C^{ste} \Rightarrow dV = 0$ $\boxed{W_{3\to1} = 0}$
حساب قيمة كل من $Q_{1\to2}$, $Q_{2\to3}$, $Q_{3\to1}$:</td></tr>
<tr><td></td><td>0,25</td><td>$Q_{1\to2} = nC_p\Delta T = nC_p(T_2 - T_1)$
$\left.\begin{matrix} C_p - C_v = R \\ \frac{C_p}{C_v} = 1,4 \end{matrix}\right\} \Rightarrow C_p = 1,4C_p - 1,4R \Rightarrow C_p = \frac{1,4R}{0,4} = 3,5R$</td></tr>
<tr><td></td><td>0,25</td><td>$Q_{1\to2} = 3,5nR(T_2 - T_1) = 3,5\times1\times0,082(672,68 - 336,34) = 96,53\ L.atm$
$Q_{1\to2} = 96,53\times101,3 = \boxed{9778,5\ J}$
$\Delta U_{2\to3} = Q_{2\to3} + W_{2\to3}$
$\Delta U_{2\to3} = 0 \Rightarrow Q_{2\to3} = -W_{2\to3}$</td></tr>
<tr><td></td><td>0,25</td><td>$\boxed{Q_{2\to3} = -3855,5\ J}$</td></tr>
<tr><td></td><td>0,25</td><td>$Q_{3\to1} = nC_v\Delta T = nC_v(T_1 - T_3)$
$\left.\begin{matrix} C_p - C_v = R \\ \frac{C_p}{C_v} = 1,4 \end{matrix}\right\} \Rightarrow C_v + R = 1,4C_v \Rightarrow C_v = \frac{R}{0,4} = 2,5R$</td></tr>
<tr><td></td><td>0,25</td><td>$Q_{3\to1} = 2,5nR(T_1 - T_3) = 2,5\times1\times0,082(336,34 - 672,68) = -68,95\ L.atm$
$Q_{3\to1} = -68,95\times101,3 = \boxed{-6984,6\ J}$</td></tr>
</table>